

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 16 041 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 M 51/06**  
F 16 K 31/06

②① Aktenzeichen: 197 16 041.7  
②② Anmeldetag: 17. 4. 97  
④③ Offenlegungstag: 29. 10. 98

**DE 197 16 041 A 1**

⑦① Anmelder:  
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,  
DE

⑦② Erfinder:  
Espey, Christoph, Dr., 71336 Waiblingen, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 34 06 198 C2  
DE 30 06 576 C2  
DE 34 31 677 A1  
WO 91 11 609

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Elektromagnetisch betätigbares Ventil

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf ein elektromagnetisch betätigbares Ventil mit einem Ventilsitz und einem Ventilkörper, der einen Ventilschaft, welcher ein mit einer Schulter versehenes Führungsteil ausbildet, über welches das Ventil axial beweglich in einer Ventilfehrung geführt ist, und einen Ventilteller umfaßt, der in der Schließstellung des Ventils unter Ausbildung eines hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers gegen den Ventilsitz anliegt, mit einer elektromagnetischen Stellvorrichtung und einer Feder, durch welche das Ventil in die Endstellungen führbar ist, wobei zwischen der Schulter des Führungsteiles und dem Ventilteller ein Steuerraum mit einer Kraftstoffdruckbohrung ausgebildet ist, und wobei in dem Steuerraum hydraulische Kräfte auf die Schulter und den Ventilteller wirken.

Um ein elektromagnetisch betätigbares Ventil so auszubilden, daß eine optimale Schließ- und Öffnungsfunktion des Ventils über dessen Gesamtlaufzeit gewährleistet ist, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser des Ventils derart begrenzt ist, daß die in der Schließstellung des Ventils auf die Schulter des Führungsteiles und den Ventilteller wirkenden hydraulischen Kräfte im wesentlichen im Gleichgewicht sind.

**DE 197 16 041 A 1**

Die Erfindung bezieht sich auf ein elektromagnetisch betätigbares Ventil gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein gattungsgemäßes Ventil einer Einspritzvorrichtung ist aus der DE 34 06 198 C2 bekannt. Das elektromagnetisch betätigbare Ventil weist einen Ventilsitz, einen Ventilschaft mit einem Führungsteil, einen Ventilteller, eine elektromagnetische Stellvorrichtung und eine Feder auf. Das Ventil ist über das Führungsteil axial beweglich in der Ventillführung geführt. Die Stellvorrichtung und die Feder führen das Ventil in die Endstellungen. In der Schließstellung des Ventils liegt der Ventilteller am Ventilsitz an. Das Führungsteil weist eine Schulter auf, die zwischen sich und dem Ventilteller einen Steuerraum mit einer Kraftstoffdruckbohrung ausbildet. In dem Steuerraum wirken hydraulische Kräfte auf die Schulter und den Ventilteller.

Ein Nachteil des oben erwähnten Ventils liegt darin, daß sich über die Laufzeit des Ventils die hydraulischen Verhältnisse im Steuerraum zu einem Ungleichgewicht hin verändern. Der Ventilteller arbeitet sich über seine Laufzeit in den Ventilsitz ein, wodurch sich der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser des Ventils und damit die auf den Ventilteller wirkende hydraulische Kraft erheblich vergrößert und ein früheres Öffnen des Ventils oder in extremen Fällen ein ungewolltes Öffnen des Ventils bereits bei der Einspritzung bewirkt.

Zum allgemeinen technischen Hintergrund wird noch auf die DE 30 06 576 C2 verwiesen.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Ventil derart auszubilden, daß eine optimale Schließ- und Öffnungsfunktion des Ventils über dessen Gesamtlaufzeit gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gegebenen Merkmale gelöst.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, daß durch die Begrenzung des hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers die hydraulischen Kräfte im Steuerraum im wesentlichen im Gleichgewicht sind und dadurch die für die Schließstellung des Ventils verantwortliche Magnetkraft der Stellvorrichtung geringer ausgelegt werden kann. Ein ungewolltes Öffnen des Ventils in der Schließphase ist wirksam verhindert. Der abrasive Verschleiß am Ventilsitz durch Partikel, die über den Kraftstoff transportiert werden, hat nur vernachlässigbare Auswirkungen auf die Schließ- und Öffnungsfunktion des Ventils. Selbst über eine lange Laufzeit des Ventils bleiben die hydraulischen Verhältnisse im Steuerraum in etwa gleich.

Weitere Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung gehen aus den übrigen Unteransprüchen und der Beschreibung hervor.

In den Zeichnungen ist im folgenden die Erfindung anhand von zwei Ausführungsbeispielen mit weiteren Einzelheiten näher erläutert, und zwar zeigen:

**Fig. 1** in einem Schnitt ein elektromagnetisch betätigbares Ventil, ähnlich dem der gattungsbildenden DE 34 06 198 C2, in Schließstellung mit einem Ventilsitz und einem Ventilkörper, wobei der Ventilteller unter Ausbildung eines hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers gegen den Ventilsitz anliegt, mit einer Feder und einer elektromagnetischen Stellvorrichtung.

**Fig. 2** in einem ersten Ausführungsbeispiel einen Ausschnitt eines elektromagnetisch betätigbaren Ventiles in Schnittdarstellung, wobei erfindungsgemäß der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser durch die Ventilkörpergeometrie begrenzt ist, und

**Fig. 3** in einem zweiten Ausführungsbeispiel einen Ausschnitt eines elektromagnetisch betätigbaren Ventiles in

Schnittdarstellung, wobei erfindungsgemäß der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser durch die Ventilsitzgeometrie begrenzt ist.

Die **Fig. 1** bis 3 zeigen ein elektromagnetisch betätigtes Ventil **1**, **1<sub>1</sub>** und **1<sub>2</sub>**, wobei jeweils der obere Bereich der Figuren das Ventil **1**, **1<sub>1</sub>**, **1<sub>2</sub>** im Neuzustand und der untere Bereich das Ventil **1**, **1<sub>1</sub>**, **1<sub>2</sub>** nach einer gewissen Laufzeit darstellt. Gleiche Bauteile in den Figuren sind mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

**Fig. 1** zeigt ein gattungsgemäßes Ventil **1**, das in einem Gehäuse **2** beispielsweise einer Kraftstoffeinspritzpumpe eingesetzt ist und einen Ventilsitz **3** und einen Ventilkörper **4** aufweist. Der Ventilkörper **4** umfaßt einen Ventilteller **5** und einen Ventilschaft **6** mit einem Führungsteil **7**, wobei das Führungsteil **7** eine Schulter **8** ausbildet. Das Ventil **1** ist über das Führungsteil **7** in einer Ventillführung **9** des Gehäuses **2** axial beweglich geführt und kann geöffnet oder geschlossen werden, wobei in der Schließstellung des Ventils **1** der Ventilteller **5** unter Ausbildung eines hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers  $d_{\text{hydr.wirk.}}$  dichtend gegen den Ventilsitz **3** anliegt.

Über eine elektromagnetische Stellvorrichtung **10** sowie eine Feder **11** ist das Ventil **1** in seine Endlagen d. h. in die Offen- oder Schließstellung führbar, wobei die elektromagnetische Stellvorrichtung **10** in Schließrichtung **12** und die Feder **11** in Öffnungsrichtung **13** das Ventil **1** wirkt.

Zwischen der Schulter **8** des Führungsteiles **7** und dem Ventilteller **5** ist ein Steuerraum **14** mit einer Kraftstoffdruckbohrung **15**, die zur Einspritzpumpe führt, ausgebildet.

An dem Ventilteller **5** greift eine hydraulische Kraft  $F_{\delta \text{ hydr.}}$  in Öffnungsrichtung **13** und an der Schulter **8** greift eine hydraulische Kraft  $F_{\text{s hydr.}}$  in Schließrichtung **12** des Ventils **1** an. Im Idealzustand des Ventils **1**, was im vorliegenden Fall der Neuzustand des Ventils **1** ist, entspricht der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser  $d_{\text{hydr.wirk.}}$  dem Durchmesser  $D$  der Ventillführung bzw. -bohrung **9**, wodurch sich die hydraulischen Verhältnisse  $F_{\delta \text{ hydr.}} : F_{\text{s hydr.}}$  im Steuerraum **14** im Gleichgewicht befinden. Die hydraulische Kraft  $F_{\text{s hydr.}}$ , die auf die Schulter **8** des Führungsteiles **7** in Schließrichtung **12** des Ventils **1** wirkt, entspricht in diesem Idealzustand genau der hydraulischen Kraft  $F_{\delta \text{ hydr.}}$ , die auf den Ventilteller **5** in Öffnungsrichtung **13** des Ventils **1** wirkt, wobei die hydraulische Kraft  $F_{\delta \text{ hydr.}}$  in Öffnungsrichtung **13** vom hydraulisch wirksamen Sitzdurchmesser  $d_{\text{hydr.wirk.}}$  und die hydraulische Kraft  $F_{\text{s hydr.}}$  in Schließrichtung **12** vom Durchmesser  $D$  der Ventillführung **9** abhängig ist.

Beim Schließen wird das axial bewegliche Ventil **1** durch die Magnetkraft  $F_M$  der elektromagnetischen Stellvorrichtung **10** entgegen der Federkraft  $F_F$  der Öffnungsfeder **11** in Schließrichtung **12** verschoben, wobei der Ventilteller **5** am Ventilsitz **3** anliegt. Bei der Öffnungsbewegung des Ventils **1** bewirkt die Feder **11** eine entgegengesetzte Bewegung des Ventils **1** in Öffnungsrichtung **13** und damit ein Abheben des Ventiltellers **5** vom Ventilsitz **3**.

Mit Einarbeiten des Ventiltellers **5** in den Ventilsitz **3** und einer damit verbundenen Sitzverbreiterung über die Laufzeit des Ventils **1**, wie im unteren Bereich der **Fig. 1** gezeigt, ändern sich die hydraulischen Verhältnisse  $F_{\delta \text{ hydr.}} : F_{\text{s hydr.}}$  und dadurch die gesamte Kräftebilanz am Ventil **1**. Die Sitzverbreiterung des Ventils **1** führt zu einer Vergrößerung des hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers  $d_{\text{hydr.wirk.}}$ , wie in **Fig. 1** dargestellt. Damit erfährt das Ventil **1** eine resultierende hydraulische Kraft  $F_{\delta \text{ hydr.}}$  in Öffnungsrichtung **13**. Diese resultierende Kraft  $F_{\delta \text{ hydr.}}$  in Öffnungsrichtung **13** wirkt neben der Federkraft  $F_F$  der für das Schließen des Ventils **1** verantwortlichen Magnetkraft  $F_M$  entgegen und bewirkt ein ungewolltes vorzeitiges Öffnen des Ventils **1**. Beim Einsatz des Ventils **1** in einer Einspritzpumpe würde dies ein ungewoll-

tes vorzeitiges Öffnen während der Einspritzung bedeuten. Schon bei einer geringfügigen Vergrößerung des hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers  $d_{\text{hydr.wirk.}}$  wird die Magnetkraft  $F_M$  durch die Federkraft  $F_F$  und die hydraulische Kraft  $F_{\text{ö hydr.}}$  in Öffnungsrichtung 13 überwunden.

Um zu verhindern, daß sich die hydraulische Kraft  $F_{\text{ö hydr.}}$  in Öffnungsrichtung 13 über die Laufzeit des Ventils 1 zu stark erhöht und somit zum einwandfreien Funktionieren des Ventils 1 eine Erhöhung der für das Schließen verantwortlichen Magnetkraft  $F_M$  nötig wird, wird erfindungsgemäß der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser  $d_{\text{hydr.wirk.}}$  des Ventils 1 zwangsweise begrenzt. Im Idealfall bewirkt die Begrenzung ein Kräftegleichgewicht zwischen den hydraulischen Kräften  $F_{\text{ö hydr.}}$  und  $F_{\text{s hydr.}}$  im Steuerraum 14, wodurch nur noch die Federkraft  $F_F$  und die Magnetkraft  $F_M$  auf das Ventil 1 einwirken. Außerhalb des Idealfalls bewirkt die Begrenzung des hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers, daß sich die hydraulische Kraft  $F_{\text{ö hydr.}}$  in Öffnungsrichtung 13 in einem unkritischen Bereich bewegt und somit kein ungewolltes Öffnen des Ventils erfolgt. Eine Begrenzung des hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers  $d_{\text{hydr.wirk.}}$  kann, wie in Fig. 2 und 3 gezeigt, durch die Geometrie des Ventilkörpers 4 oder des Ventilsitzes 3 erfolgen.

Fig. 2 zeigt die Begrenzung des hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers  $d_{\text{hydr.wirk.}}$  durch die Geometrie des Ventilkörpers 4. Eine Verkleinerung des Außendurchmessers  $d_{a1}$  des Ventiltellers 5<sub>1</sub> im Bereich des Ventilsitzes 3<sub>1</sub> führt im Gegensatz zum Außendurchmesser  $d_a$  des Ventiltellers 5 aus Fig. 1 zwangsweise zu einer Begrenzung des hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers  $d_{\text{hydr.wirk.}}$ , so daß die in der Schließstellung des Ventils 1<sub>1</sub> auf die Schulter 8 des Führungsteiles 7 und den Ventilteller 5<sub>1</sub> wirkenden Kräfte  $F_{\text{ö hydr.}}$ ,  $F_{\text{s hydr.}}$  im wesentlichen gleich sind. Der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser  $d_{\text{hydr.wirk.}}$  bleibt über die Laufzeit des Ventils 1<sub>1</sub> in etwa gleich.

Als weitere Möglichkeit zur Begrenzung des hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers  $d_{\text{hydr.wirk.}}$  eines Ventils wäre ein mit einem Außenradius kreislinientförmig abdichtendes Ventil denkbar. Dadurch ergibt sich ausgehend von einer hydraulisch nicht idealen aber dennoch unkritischen Ausgangsposition (Neuzustand des Ventils), nach Einarbeiten des Ventils über seine Laufzeit, eine Verkleinerung des hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers  $d_{\text{hydr.wirk.}}$ , da sich das Ventil von außen nach innen in den Ventilsitz einarbeitet, und somit eine Verbesserung der hydraulischen Verhältnisse. Den höchsten Wert weist der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser  $d_{\text{hydr.wirk.}}$  im Neuzustand auf, der so gewählt wird, daß er sich noch im unkritischen Bereich befindet, d. h. die hydraulische Kraft  $F_{\text{ö hydr.}}$  auf den Ventilteller bewirkt noch kein ungewolltes Öffnen des Ventils.

In Fig. 3 erfolgt die Begrenzung des hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers  $d_{\text{hydr.wirk.}}$  durch die Geometrie des Ventilsitzes 3<sub>2</sub>. Das Ventil 1<sub>2</sub> liegt im Neuzustand mit einem etwas größeren hydraulisch wirksamen Sitzdurchmesser  $d_{\text{hydr.wirk.}}$  an einer abstehenden Kante 16 des Ventilsitzes 3<sub>2</sub> an, wobei sich der Sitzdurchmesser  $d_{\text{hydr.wirk.}}$  aber noch im unkritischen Bereich befindet. Über die Laufzeit des Ventils 1<sub>2</sub> arbeitet sich der Ventilsitz 3<sub>2</sub> nach außen und innen ein, wodurch der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser  $d_{\text{hydr.wirk.}}$  unverändert und daher weiterhin unkritisch bleibt. Die in der Schließstellung des Ventils 1<sub>2</sub> auf den Ventilteller 5<sub>2</sub> wirkende hydraulische Kraft  $F_{\text{ö hydr.}}$  ist nur unwesentlich höher als die auf die Schulter 8 des Führungsteiles 7 wirkende hydraulische Kraft  $F_{\text{s hydr.}}$  und bewirkt kein ungewolltes Öffnen des Ventils 1<sub>2</sub> in der Schließphase.

Als weitere Möglichkeit zur Begrenzung des hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers  $d_{\text{hydr.wirk.}}$  durch die Ventilsitz-

geometrie wäre ein Bund am Gehäuse als Ventilsitz denkbar, wodurch das Ventil sich nur in eine auf den Bund begrenzte Fläche einarbeiten könnte und der hydraulische wirksame Sitzdurchmesser  $d_{\text{hydr.wirk.}}$  dadurch eine Begrenzung erfährt.

Ferner könnte der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser  $d_{\text{hydr.wirk.}}$  durch die Ventilkörpergeometrie oder die Ventilsitzgeometrie derart begrenzt werden, daß er dem Durchmesser D der Ventillführung 9 entspricht.

#### Patentansprüche

1. Elektromagnetisch betätigbares Ventil mit einem Ventilsitz und einem Ventilkörper, der einen Ventilschaft, welcher ein mit einer Schulter versehenes Führungsteil ausbildet, über welches das Ventil axial beweglich in einer Ventillführung geführt ist, und einen Ventilteller umfaßt, der in der Schließstellung des Ventils unter Ausbildung eines hydraulisch wirksamen Sitzdurchmessers gegen den Ventilsitz anliegt, mit einer elektromagnetischen Stellvorrichtung und einer Feder, durch welche das Ventil in die Endstellungen führbar ist, wobei zwischen der Schulter des Führungsteiles und dem Ventilteller ein Steuerraum mit einer Kraftstoffdruckbohrung ausgebildet ist, und wobei in dem Steuerraum hydraulische Kräfte auf die Schulter und den Ventilteller wirken, dadurch gekennzeichnet, daß der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser ( $d_{\text{hydr.wirk.}}$ ) des Ventils (1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>) derart begrenzt ist, daß die in der Schließstellung des Ventils (1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>) auf die Schulter (8) des Führungsteiles (7) und den Ventilteller (5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>) wirkenden hydraulischen Kräfte ( $F_{\text{ö hydr.}}$ ,  $F_{\text{s hydr.}}$ ) im wesentlichen im Gleichgewicht sind.
2. Elektromagnetisch betätigbares Ventil gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser ( $d_{\text{hydr.wirk.}}$ ) durch die Geometrie des Ventilkörpers (4<sub>1</sub>) begrenzt ist.
3. Elektromagnetisch betätigbares Ventil gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser ( $d_{\text{hydr.wirk.}}$ ) durch die Geometrie des Ventilsitzes (3<sub>2</sub>) begrenzt ist.
4. Elektromagnetisch betätigbares Ventil gemäß Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser ( $d_{\text{hydr.wirk.}}$ ) dem Durchmesser (D) der Ventillführung (9) entspricht.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

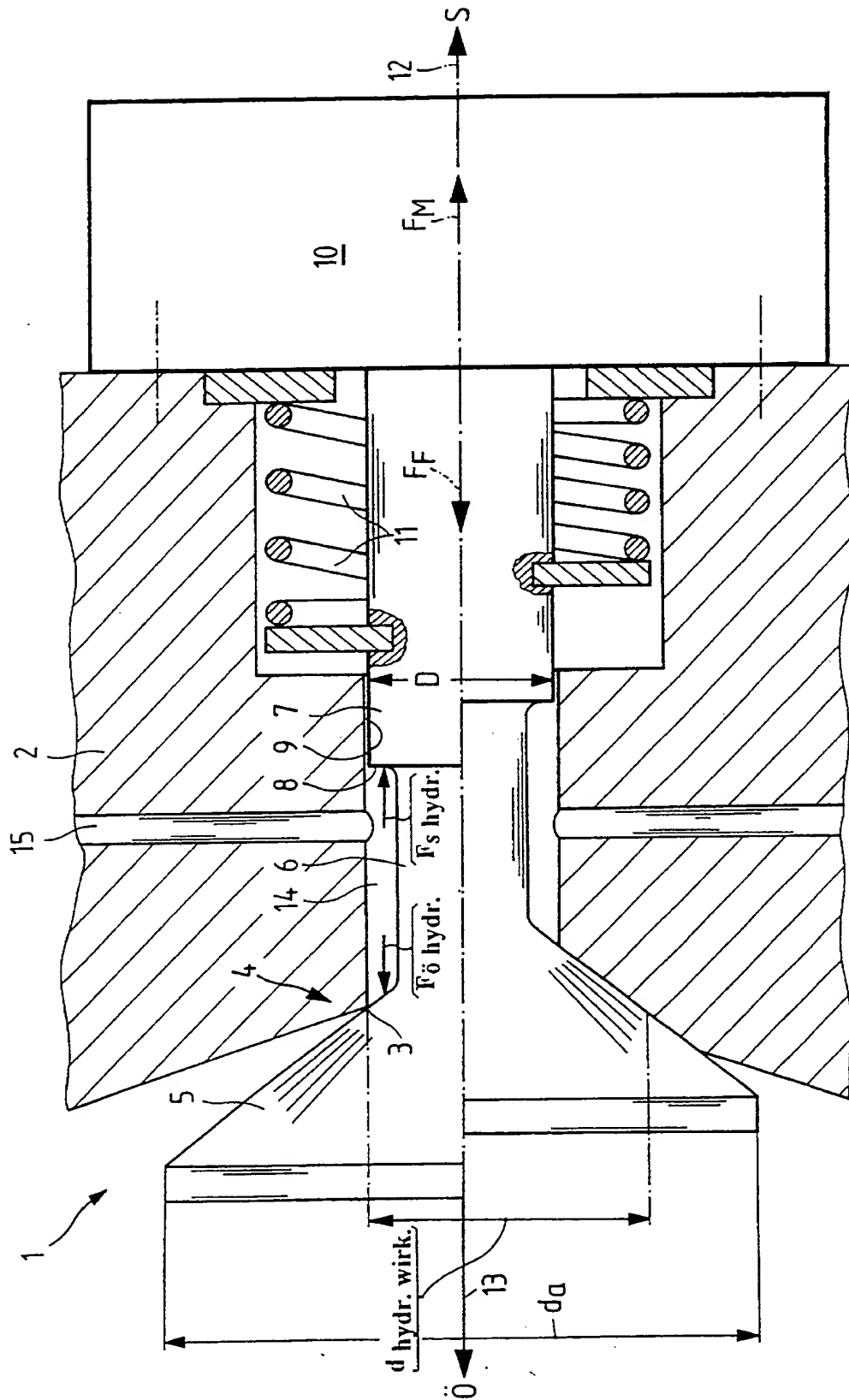
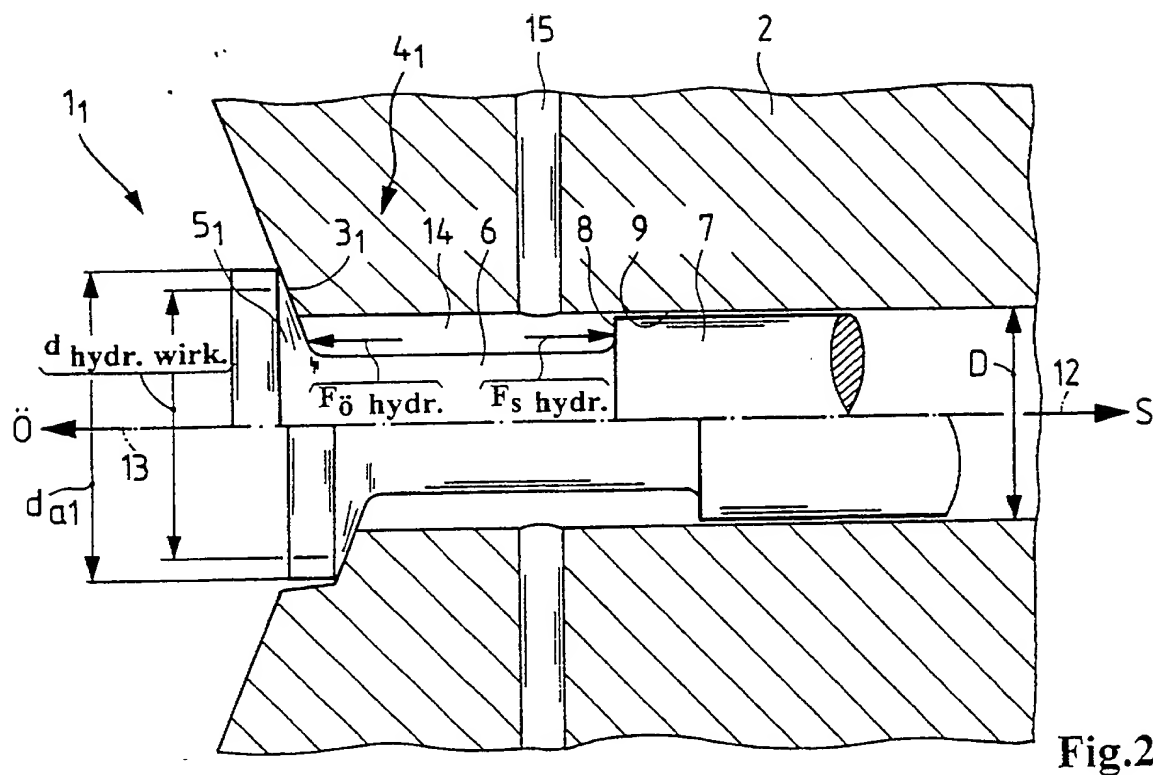
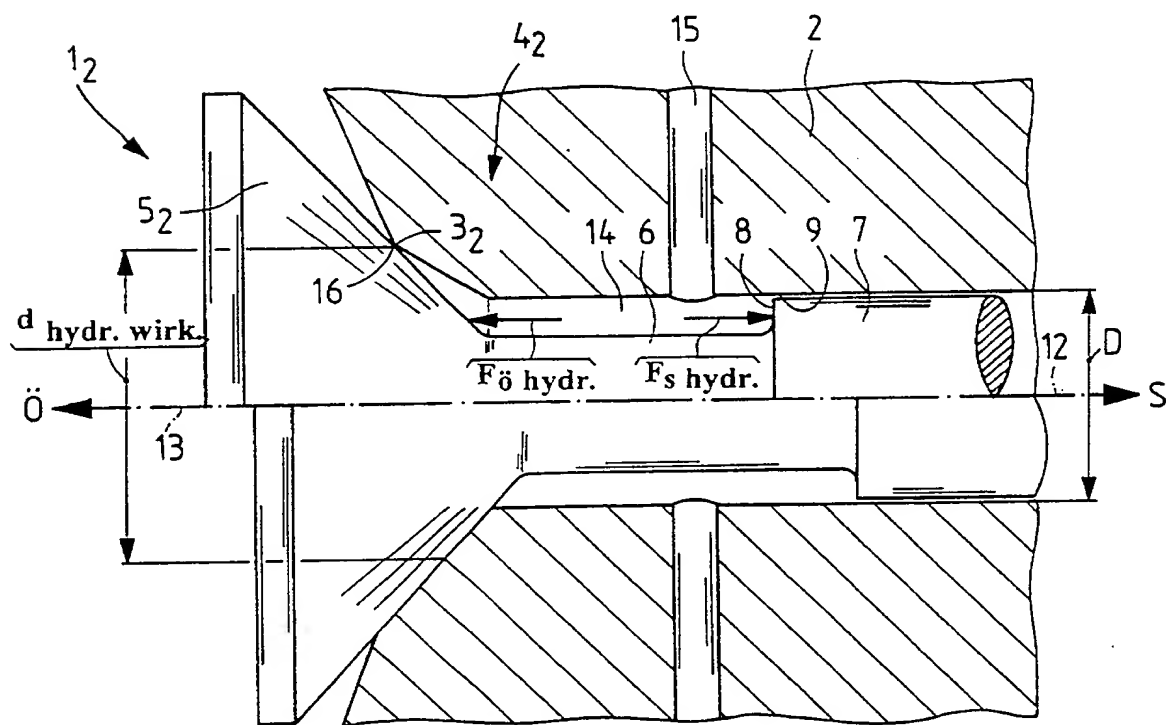


Fig.1



**Fig.2**



**Fig.3**